

# Proceso en cascada para mejorar los servicios de predicción y de aviso



por la Secretaría de la OMM

En las últimas décadas los avances en la predicción numérica del tiempo (PNT) han sido extraordinarios gracias al mayor número de observaciones, y a su mejor asimilación, a una superior potencia de cálculo y al progreso en nuestro entendimiento de la dinámica y de la física. Estos avances, que han conducido a una creciente habilidad en la predicción del tiempo, serán incluso más relevantes en el futuro. Consecuentemente, el énfasis en meteorología operativa, hidrología, oceanografía y climatología se ha trasladado hacia la puesta en marcha de modelos numéricos y aplicaciones cada vez más sofisticados y variados con objeto de servir a una siempre creciente diversidad de usuarios.

Los sistemas operativos de la PNT proporcionan generalmente una indicación precisa de los episodios meteorológicos que se desarrollan con una antelación que varía desde unas horas hasta unos días. Son, por lo tanto, uno de los componentes más relevantes de la rutina y de la predicción y de los avisos de fenómenos meteorológicos extremos en los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN). Sin embargo, la capacidad en predicción meteorológica de unos SMHN a otros varía considerablemente. Los SMHN más

avanzados están utilizando los progresos en la PNT, pero en los países en desarrollo y menos desarrollados se han visto pocos avances debido a sus limitados presupuestos y a sus reducidas capacidades. Y la diferencia está aumentando.

El Sistema Mundial de Proceso de Datos y de Predicción (SMPDP) se está expandiendo ahora más allá de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) para abarcar todos los sistemas utilizados por los Miembros de la OMM (incluyendo aquellos que a su vez están coordinados con otras organizaciones tales como la OACI). Dicho sistema permite a todos los Miembros de la OMM utilizar los avances en la PNT, proporcionando una infraestructura para compartir datos relacionados con la meteorología operativa, la hidrología, la oceanografía y la climatología.

El principal soporte para el intercambio y el suministro de estos datos –es decir, para productos del SMPDP– es el Sistema de información de la OMM (SIO). Uno de los beneficios esenciales del SIO es el aumento en la variedad de centros que pueden estar conectados al sistema, aumentando la gama de aplicaciones del SMPDP.

## Predicción numérica del tiempo

La predicción numérica del tiempo utiliza modelos matemáticos de la atmósfera y de los océanos para predecir el tiempo basándose en los datos observados de las condiciones actuales del tiempo.

Estos datos se recopilan diariamente por satélites meteorológicos, radares Doppler, estaciones meteorológicas, globos meteorológicos, y otras fuentes como aviones y barcos. Los ordenadores procesan los datos mediante modelos matemáticos, o numéricos, basados en nuestro conocimiento científico de las leyes de la naturaleza y físicas con el fin de proporcionar predicciones meteorológicas. Así pues, incorporando los datos de las condiciones actuales

del tiempo, del clima y de la atmósfera, los ordenadores utilizan los modelos de predicción numérica del tiempo para ayudar a predecir el tiempo para los próximos días.

Gracias a los progresos en la predicción numérica del tiempo, hoy la predicción a cinco días es tan buena como la predicción a dos días que se realizaba hace veinte años. Y ese progreso continúa. “La habilidad predictiva de la predicción numérica global del tiempo en los últimos treinta años ha mejorado alrededor de un día por década. Nuestros resultados muestran que, incluso actualmente, esa habilidad continúa mejorando a una velocidad similar a un día por década.” – Alan Thorpe, jefe de la División meteorológica del CEPMMF.

No obstante, el reto continúa siendo la mitigación de la creciente diferencia tecnológica existente en la predicción meteorológica. ¿Cómo se puede salvar la distancia entre aquellos que poseen el conocimiento y aquellos que no, entre los que tienen la capacidad de ejecutar, mantener, desarrollar y financiar semejantes sistemas complejos y los que no? Desde 2006, el Proyecto de demostración de las predicciones de fenómenos meteorológicos extremos de la OMM (en adelante denominado como Proyecto), una iniciativa del SMPDP, ha estado trabajando para reducir esta diferencia aumentando la disponibilidad y desarrollando la capacidad para utilizar la PNT, incluyendo los sistemas de predicción por conjuntos (EPS) en países en los que no se empleaban de forma eficaz.

## La estructura del SMPDP

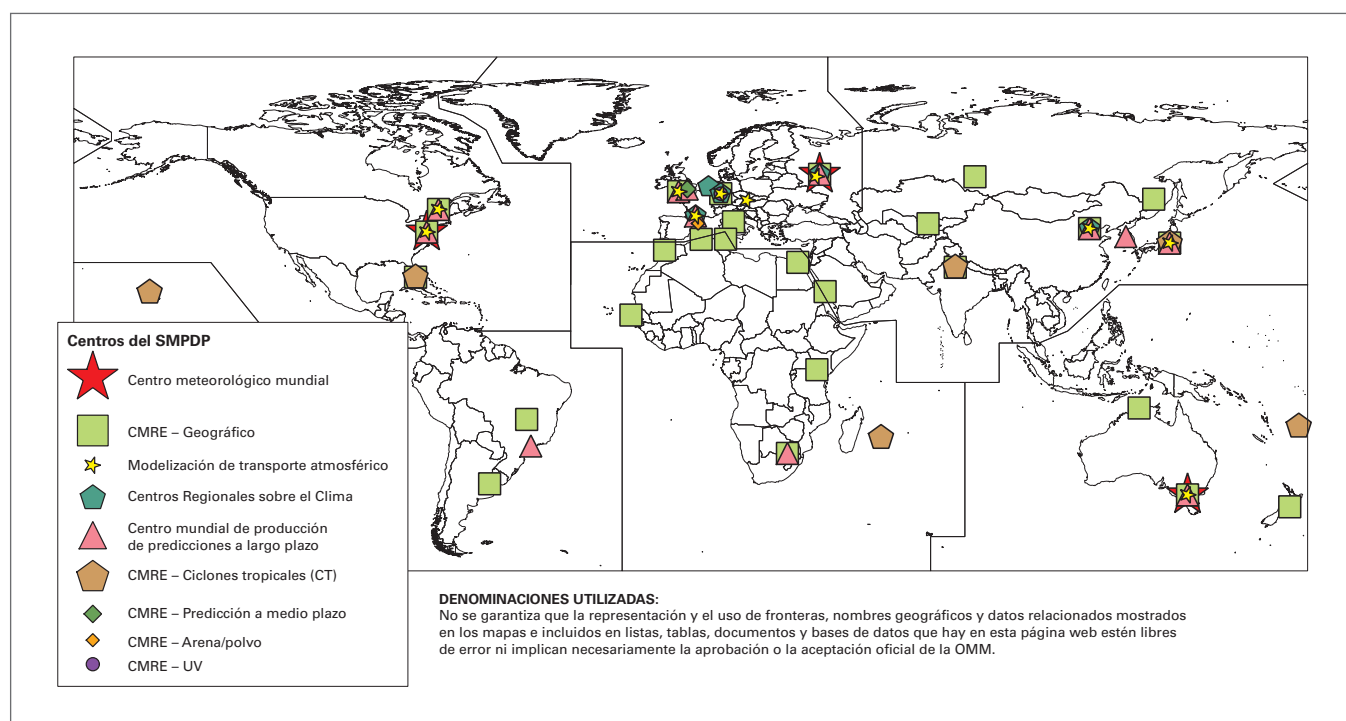
El SMPDP está formado por una red mundial de centros operativos dirigidos por los Miembros de la OMM. Su objetivo es proporcionar a los Miembros de la OMM productos y servicios convenidos para aplicaciones relacionadas con el tiempo, el clima, el agua y el medio ambiente, 365 días al año, 24 horas al día. De este modo el SMPDP posibilita que los avances científicos y tecnológicos que se hacen en meteorología y en campos afines puedan ser compartidos eficaz y eficientemente tanto como sea posible entre todos los Miembros de la OMM y en beneficio de los mismos.

Las actividades, la estructura organizativa y las operaciones del SMPDP están diseñadas en concordancia con las necesidades de los SMHN y su capacidad para

contribuir al sistema y para beneficiarse de él. El SMPDP es un sistema de tres niveles con diferentes funciones llevadas a cabo a escala global (por los Centros meteorológicos mundiales, CMM), a escala regional (por los Centros Meteorológicos Regionales Especializados, CMRE, y por los Centros Regionales sobre el Clima, CRC) y a escala nacional (por los Centros meteorológicos nacionales, CMN) (véase la figura), facilitando así la cooperación y el intercambio de información, contribuyendo también de este modo a la creación de capacidades entre todos los países, incluidos los países en desarrollo y los menos desarrollados.

La exactitud de los productos de predicción proporcionados por los centros avanzados del SMPDP se vigila mediante procedimientos de verificación de objetivos. La meta es ofrecer una verificación coherente y normalizada de los productos de predicción de los centros del SMPDP de forma que los usuarios puedan utilizar mejor los productos y los centros puedan identificar oportunidades de mejorar. El control de la calidad de los datos de observación es un componente fundamental de los sistemas de PNT utilizado por los centros del SMPDP, lo que contribuye a un acercamiento integral a la gestión de la calidad en todos los componentes del Sistema mundial integrado de sistemas de observación (WIGOS) de la OMM.

Las funciones del SMPDP que no se realizan en tiempo real incluyen el almacenamiento a largo plazo de las observaciones, los productos y la verificación de los resultados para su utilización operativa y de investigación.



*Centros meteorológicos mundiales (CMM) y Centros Meteorológicos Regionales Especializados (CMRE), incluidos los Centros Regionales sobre el Clima (CRC), existentes en la actualidad.*

## El proceso de predicción en cascada

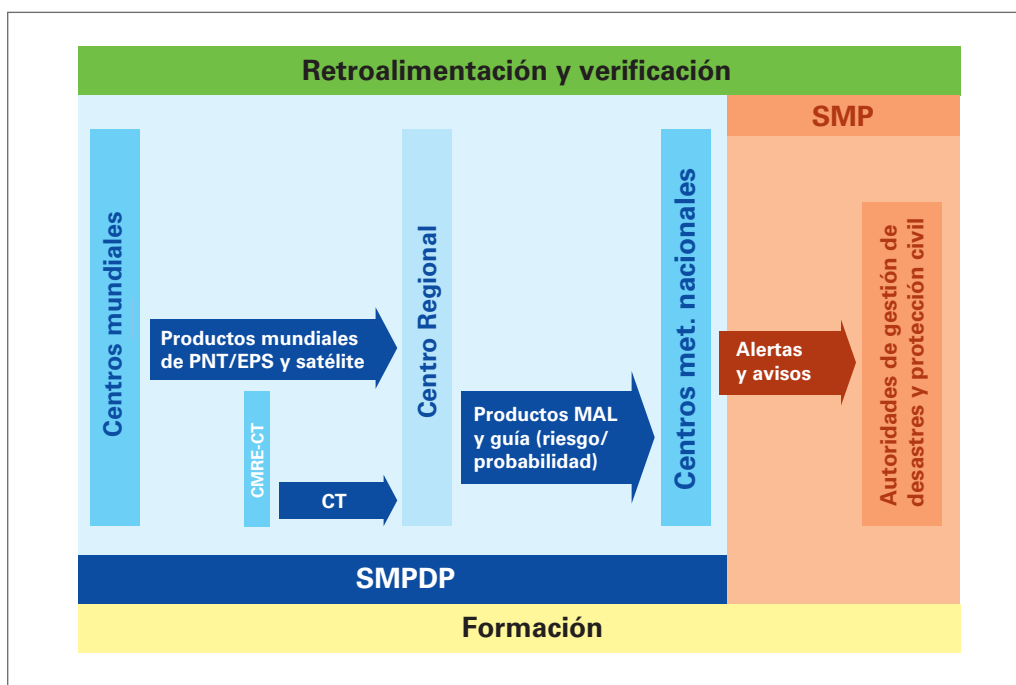
Debido al alto coste computacional de la PNT global y de área limitada, incluyendo la técnica EPS que utiliza múltiples pasadas del modelo, pocos centros del SMPDP han puesto en marcha de forma operativa tales sistemas. Muchos de los avances más recientes en sistemas de PNT, tales como los llamados modelos “capaces de resolver la convección”, son particularmente aptos para la predicción de fenómenos meteorológicos extremos en regiones tropicales y subtropicales; sin embargo, como son extremadamente intensos desde un punto de vista computacional, solo son realizados por los principales centros del SMPDP. Por otro lado, la utilización eficaz de la PNT y de los sistemas de predicción por conjuntos también requiere la aplicación de complejos sistemas de posproceso de las salidas del modelo para generar productos de predicción que apoyen la predicción de los fenómenos meteorológicos extremos. Existen algunos centros del SMPDP que pueden proporcionar estos sofisticados productos (mapas de vorticidad potencial, índices de convección, etc.) a los predictores.

El Proyecto de demostración de las predicciones de fenómenos meteorológicos extremos de la OMM (en adelante denominado como Proyecto) fue creado inicialmente para que los productos de la PNT, incluidos los del EPS, de los centros más avanzados del SMPDP estuvieran disponibles para todos los Miembros de la OMM. Aplicando un Proceso de predicción en cascada, el Proyecto prepara productos a escala global disponibles para los CMRE que los integran y combinan con el fin de proporcionar diariamente una orientación a los SMHN para las predicciones a corto y medio plazo de

las condiciones de tiempo severo y de los peligros relacionados con las condiciones meteorológicas en sus regiones geográficas. Se tiene en cuenta el limitado ancho de banda de muchos de los SMHN receptores, es decir, reciben productos que pueden descargar y visualizar fácilmente. De este modo, los SMHN tienen la capacidad de emitir de forma eficaz avisos de tiempo extremo a las autoridades de gestión de desastres y de protección civil en sus respectivos países. Debido a que normalmente los SMHN en una determinada región geográfica requieren productos similares, el Proyecto gana eficacia coordinando sus necesidades.

El Proyecto contribuye a crear capacidad ayudando a los países en desarrollo a acceder y a utilizar productos de la PNT ya existentes para mejorar los avisos de tiempo adverso. Se anima a los predictores operativos a emplear productos y procedimientos relevantes normalizados o desarrollados recientemente, que ya han sido introducidos en muchos centros del SMPDP. El propósito inicial era demostrar que un trabajo más cooperativo entre centros meteorológicos operativos podía optimizar el proceso de predicción de diversos tipos de fenómenos meteorológicos extremos lo que, a su vez, mejoraría los servicios de aviso proporcionados por los SMHN. Sin embargo, la idea inicial ha evolucionado y ahora los resultados previstos incluyen:

- reforzar la capacidad de los SMHN para predecir tiempo severo y emitir avisos a nivel nacional, incluyendo la mejora de la exactitud y un aumento de los plazos;
- establecer procedimientos de avisos concertados con las autoridades nacionales de gestión de



*Proceso de predicción en cascada*

desastres y de protección civil, junto con respuestas planificadas para la protección de vidas y bienes;

- adoptar procesos de predicción y sistemas de gestión de la calidad, y fortalecer las capacidades de predicción en apoyo a otros sectores de usuarios de la sociedad (tales como la agricultura y la seguridad alimentaria, la aviación, el transporte y la seguridad marítimos, etc.) a nivel nacional;
- aumentar la concienciación sobre el valor de los SMHN en los gobiernos nacionales y sus agencias, lo que conlleva una mayor financiación e inversión nacional a largo plazo... y, a su vez, contribuye a mejorar el suministro de observaciones y la retroalimentación dentro del SMPDP; y
- reducir las pérdidas de vidas y los daños en los bienes contribuyendo a los objetivos de desarrollo del Milenio de erradicar la pobreza extrema y reducir la mortalidad infantil.

El Proyecto se pone en marcha en estrecha colaboración con el Programa de Servicios Meteorológicos para el Público (PSMP) con el fin de mejorar los servicios de predicción y de avisos de tiempo extremo. También se coordina con otras comisiones técnicas y programas de la OMM para extender el alcance de las aplicaciones y ampliar los beneficios a otros sectores de usuarios de la sociedad.

El Proyecto lleva a cabo la evaluación y la verificación casi en tiempo real, basándose en las observaciones de parámetros meteorológicos recogidos en estaciones meteorológicas locales y en la información recopilada sobre los impactos de los fenómenos meteorológicos extremos. La evaluación del rendimiento del proceso en cascada, incluyendo la calidad de los productos de PNT, EPS y de guía, se proporciona en forma de retroalimentación a los centros participantes para perfeccionar más los procesos y los productos.

La formación es una componente crucial del Proyecto y se lleva a cabo anualmente. Los predictores necesitan saber cómo utilizar de forma óptima los diversos productos procedentes de los centros del SMPDP. La formación también se realiza sobre los métodos y las prácticas de prestación de servicios incluyendo la atención al usuario, las habilidades en la comunicación y la evaluación de la satisfacción del usuario.

### **El servicio beneficia a los SMHN y a la sociedad**

El valor del Proyecto no se limita a la predicción de tiempo extremo; también sirve de apoyo a la rutina diaria de la predicción del tiempo. Asimismo, juega un papel importante en conciliar día a día las predicciones de los SMHN de una región geográfica. Los SMHN que participan han aumentado el plazo de antelación para alertar a los usuarios –ahora viene a ser de 3 a 5 días–,

y también ha mejorado su capacidad para predecir episodios de fenómenos meteorológicos extremos. El Proyecto también refuerza la confianza de los predictores en la emisión de los avisos, un elemento importante de la comunicación con los usuarios. Actualmente ellos reciben el reconocimiento de las agencias de gestión de desastres y de protección civil con las que interactúan más estrechamente. Los SMHN se benefician además con una mejor imagen pública, y el estatus y la destacada visibilidad que han ganado ha fomentado la inversión nacional en sistemas de alerta temprana. El Proyecto, a través del PSMP, ayuda a los SMHN a crear relaciones eficaces con los usuarios, incluyendo la preparación en situaciones de emergencia y la respuesta de las partes interesadas.

Al principio de la fase de demostración del Proyecto, varios eventos peligrosos proporcionaron una oportunidad para probar la aplicación del mismo en una situación operativa de desastre. En la reunión para analizar los progresos del Proyecto, llevada a cabo en 2007 en Maputo (Mozambique), se destacó la labor de las autoridades de gestión de desastres en la fase de difusión del Proyecto durante la llegada a tierra del ciclón tropical Favio. El Departamento de Protección Civil –responsable de las actividades de gestión de desastres en Zimbabwe– opinó que “ha habido una notable mejora en la información y en los productos de tiempo extremo suministrados por el Servicio (el SMHN) desde el comienzo del Proyecto en noviembre de 2006”.

En 2011, el Sr. Majodina expresó, en nombre de la Asociación Meteorológica del África meridional (MASA), su reconocimiento al Proyecto que representa “una auténtica colaboración entre el mundo desarrollado y el mundo en desarrollo en materia de meteorología”. Además mencionó que la región entera se había beneficiado porque el proyecto inicial, que había involucrado solamente a cinco SMHN en 2008, se había extendido a los dieciséis países de la región del África meridional (a solicitud de la MASA y con el apoyo adicional de la OMM). La reunión anual de los ministros de la



*Mujeres y niños esperando en el patio del principal hospital de la ciudad de Vilanculo (Mozambique), después que el ciclón Favio devastara la ciudad el 26 de febrero de 2007.*

Reuters / UNICEF / T. Delvigne-Jean / Handout



Comunidad del África meridional para el desarrollo reconoció también al Proyecto como una contribución a la adaptación al cambio climático en la mejora de la predicción de tiempo extremo y pidió a los SMHN, en vista de la relevancia del Proyecto para el desarrollo socioeconómico de la región, que se asegurara el futuro del mismo mediante la asignación de suficiente presupuesto para su continuidad.

La reunión de los directores de los Servicios Meteorológicos Nacionales de la Comunidad de África Oriental (EAC) celebrada a comienzos de este año reconoció también la significativa contribución del Proyecto a la reducción de los riesgos de desastre, al desarrollo sostenible y a la resiliencia al cambio climático, así como su aportación a sectores socioeconómicos vitales, tales como la agricultura y la pesca. Ellos estuvieron de acuerdo en que el Proyecto había mejorado la autoridad y la visibilidad de los Servicios Meteorológicos Nacionales, y aumentado la confianza del gobierno y del público en la exactitud y en la fiabilidad de las predicciones y de los avisos de episodios de tiempo extremo. Admitieron, además, que representa un enfoque sistemático y práctico que refuerza la capacidad de los países en desarrollo y de los menos desarrollados, ya que transfiere conocimiento y habilidades para suministrar mejores predicciones y avisos de tiempo extremo con el fin de salvar vidas, medios de vida y bienes.

### **El sistema central en todos los SMHN**

El Proyecto continúa aportando importantes beneficios y experimentando un crecimiento significativo. Cinco proyectos regionales están en marcha o en desarrollo: sur de África, suroeste del Pacífico, este de África, sureste de Asia y golfo de Bengala/sur de Asia.

Los futuros planes incluyen el establecimiento del servicio del Proyecto en más áreas geográficas. El objetivo final es disponer de un conjunto principal de sistemas de predicción numérica del tiempo de alta

calidad y de predicción a muy corto plazo de forma que pueda ser utilizado por todos los SMHN. Esto mejoraría la capacidad de proporcionar servicios de predicción y aviso hidrometeorológico, en apoyo de la reducción de riesgos de desastre, y llevar a una gama de otras aplicaciones a un nuevo nivel.

### **Referencias**

- OMM, 2007: Report submitted by the Zimbabwe Departments of Meteorological Services and Civil Protection: Coordination between Zimbabwe Meteorological Services and Disaster Management Authorities, Meeting of the Regional Subproject Management Team, 27 February to 2 March 2007, Maputo, Mozambique.
- OMM, 2008: Final Report: Severe Weather Forecasting Demonstration Project–Regional Subproject in RA I–Southeast Africa, Ginebra.
- OMM, 2008. Public benefits of the SWFDP in south-eastern Africa, *MeteoWorld*, [http://www.wmo.int/pages/publications/meteoworld/archive/dec08/swfdp\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/publications/meteoworld/archive/dec08/swfdp_en.html).
- OMM, 2009. Severe Weather Forecasting Demonstration Project, *MeteoWorld*, [http://www.wmo.int/pages/publications/meteoworld/archive/aug09/swfdp\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/publications/meteoworld/archive/aug09/swfdp_en.html).
- OMM, 2011. Report of the meeting of the Regional Technical Implementation Team of the SWFDP for Southern Africa, 32p, <http://www.wmo.int/pages/prog/www/CBS-Reports/documents/Report-RTIT-SWFDP-SA-Mauritius-July2011.pdf>.
- EAC, 2013. Report of the meeting of the East African Community (EAC) Head of Meteorological Services and Ministries in charge for Meteorology.

### **Colaborador interno**

Alice Soares, oficial científico, Sistemas de procesos de datos y de predicción, OMM.